

PAT-NO: JP403056604A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 03056604 A

TITLE: METHOD AND APPARATUS FOR ELECTRIC DISCHARGE SINTERING

PUBN-DATE: March 12, 1991

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

INOUE, KIYOSHI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

SUMITOMO COAL MINING CO LTD

N/A

APPL-NO: JP01190512

APPL-DATE: July 25, 1989

INT-CL (IPC): B22F003/14, C04B035/64

US-CL-CURRENT: 264/434, 264/451, 419/52

ABSTRACT:

PURPOSE: To obtain a good quality sintered body having lense and uniform guality and high dimensional accuracy by compressing material under high pressure before conducting electric current and successively, compressing and sintering while applying the pulse current.

CONSTITUTION: The prescribed quantity of material is charged into a die 15 in a vacuum vessel 4. The vacuum vessel 4 is tightly closed to make vacuum condition in a sintering furnace 12. An upper punch 10 and lower punch 11 are worked and the material is compressed at 5 - 20 T/cm² press are to make a high density green compact. After that, the pulse current is supplied to the upper and lower punches 10, 11 and the material is compressed and sintered while controlling the material temp. by controlling peak current and pulse width. As shrinkage ratio is little by conducting the current for sintering, this is suitable to the die sintering. Further, as the sintering temp. is low, the conductive current is a little and therefore, the power source circuit may be sufficient with comparatively small capacity.

COPYRIGHT: (C)1991,JPO&Japio

BEST AVAILABLE COPY

⑫ 公開特許公報(A) 平3-56604

⑮ Int. Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成3年(1991)3月12日

B 22 F 3/14
C 04 B 35/641 0 1 A
E7511-4K
7158-4G

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全6頁)

⑭ 発明の名称 放電焼結方法及び装置

⑯ 特 願 平1-190512

⑰ 出 願 平1(1989)7月25日

⑱ 発 明 者 井 上 潔 東京都世田谷区上用賀3丁目16番8号
⑲ 出 願 人 住友石炭鉱業株式会社 東京都千代田区丸の内1丁目4番5号
⑳ 代 理 人 弁理士 最上 正太郎

8月 和 田 審

1. 発明の名称

放電焼結方法及び装置

2. 特許請求の範囲

(1) 粉末状の材料を金型内に充填し、加圧圧縮しつつ通電して焼結体を得る放電焼結方法に於いて、材料の圧縮圧力を 5 T/cm^2 以上 20 T/cm^2 とし通電以前に高密度に圧縮する工程と、

上記高密度に圧縮された材料に、加圧下でパルス状電流を通電すると共に、そのピーク電流とパルス幅とを制御して材料温度を制御しつつ、圧縮焼結する工程とから成る上記の放電焼結方法。

(2) 下記(a)乃至(d)に記載の構成要素を具備する放電焼結装置。

(a) 導電性物質から成り、両端に円筒状の開口部を有する炉室を具えた焼結炉。

(b) 導電性物質から成り、上記焼結炉の開口部からそれぞれ炉室内に摺動自在に挿入される円柱状の一对の圧縮通電用パンチ。

(c) 上記炉室内に挿入された一对の圧縮通電用パンチの間に設けられ、その圧縮通電用パンチから圧縮力と電流とを供給される焼結成形用のダイ及びパンチ。

(d) 上記焼結成形用のダイ及びパンチの位置及び加圧力を制御する装置。

(e) 上記一对の圧縮通電用パンチにパルス電流を供給し得る電源回路。

(f) 上記焼結成形用のダイ及びパンチ又はその内部の温度を検出する装置。

(g) 上記温度検出装置の出力に応じ、かつ予め定められたプログラムに従って少なくとも上記電源回路の出力するパルス電流のパルス幅を制御する装置。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、放電焼結方法及びその方法を実施するための装置に関する。

(従来の技術)

現在は、放電焼結は広く利用されている。

従来広く利用されている方法は、粉末材料に数十乃至数百 kg/cm^2 程度、最大でも3 T/cm^2 程度の圧力を掛けて軽く圧縮した状態で直流通電又は直流と交流の重畳通電を行い、材料の温度が十分に高くなったとき、圧力を上げて加圧成形するものである。

このような方法が採用されている理由は、粉末圧縮体の抵抗が、圧力の3乗根に逆比例して減少するため、通電以前に高圧力で圧縮すると、抵抗が減少し過ぎて、通電に支障があると考えられていたためである。

然しながら、焼結体の寸法精度や、均質性、緻密性という観点からすると、従来の低圧縮通電方式では、必ずしも満足し得る品質が得られず、又、焼結のため大電力が必要であると言う問題もあった。

〔発明が解決しようとする問題点〕

本発明は、叙上の観点に立ってなされたものであり、その目的とするところは、従来よりも緻密かつ均質で寸法精度も高い良質の焼結体が得られ

る新規で経済的な放電焼結方法及び装置を提供することにある。

〔問題点を解決するための手段〕

上記の目的は、通電前に材料を5 T/cm^2 以上20 T/cm^2 の高圧力で圧縮し、次いでパルス通電を加えつゝ、圧縮焼結することにより達成される。

又、上記の放電焼結方法は、

導電性物質から成り、両端に円筒状の開口部を有する炉室を具えた焼結炉と、

導電性物質から成り、上記焼結炉の開口部からそれぞれ炉室内に摺動自在に挿入される円柱状の一对の圧縮通電用パンチと、

上記炉室内に挿入された一对の圧縮通電用パンチの間に設けられ、その圧縮通電用パンチから圧縮力と電流とを供給される焼結成形用のダイ及びパンチと、

上記焼結成形用のダイ及びパンチの位置及び加圧力を制御する装置と、

上記一对の圧縮通電用パンチにパルス電流を供給し得る電源回路と、

上記焼結成形用のダイ及びパンチ又はその内部の温度を検出する装置と、

上記上記温度検出装置の出力に応じ、かつ予め定められたプログラムに従って少なくとも上記電源回路の出力するパルス電流のパルス幅を制御する装置とから成る放電焼結装置により実施できるものである。

〔作 用〕

上記の如き装置により、上記の放電焼結方法を実施すれば、従来公知の方法よりも緻密で均質な焼結体が得られる。

又、本発明方法によれば、従来方法より低温度で焼結が可能となるので、粉体材料に対する制約が緩和され、かつ材料の性質を損なうことなく良質の焼結体が得られる。

又、従来考えられていた程には、大電流を必要としないので、電力効率も良好である。

〔実施例〕

以下、図面を参照しつつ、本発明の構成を具体的に説明する。

第1図は本発明にかかる放電焼結装置の一実施例を示す正面略図、第2図は第1図に示した装置の主要部の構造を示す断面図、第3図は電源回路の1例を示す説明図である。

而して、第1図中、1はベッド、2及び3はベッド1に直立するカラム、4は焼結炉を収容する真空容器、5は真空容器4の蓋、6はカラム2、3に昇降自在に支承された真空容器支持アーム、7は蓋5を開閉するアーム、8は焼結加工用のヘッド、9はヘッド8を昇降するアーム、10は上パンチ、11は下パンチである。

後に示すように、焼結炉は真空容器4内に設けられている。

真空容器支持アーム6は、カラム2、3により昇降自在に支承されており、真空容器4を昇降せしめる。

蓋開閉アーム7は、焼結作業中は蓋5を真空容器4に押しつけてそれを気密に閉鎖する。

上パンチ10はヘッド8内に設けた昇降装置(図示せず)により昇降せしめられ、又下パンチ11は

ベッド1内に設けた昇降装置(図示せず)により昇降せしめられる。

第2図により装置の要部に就いて説明する。

第2図中、12は焼結炉、13は上パンチ10の下面に固定され、焼結成形用パンチ14を支持するパンチホルダ、15は焼結成形用のダイ、16はダイ15を支承する支台、17は下パンチ11の上面に固定されたダイホルダ、18はボール、19は焼結用の材料又は焼結体、20は排気管、21は真空ポンプである。

焼結炉12は、グラファイトで構成され、真空容器4内に固定されており、その中心部に円筒状の炉室を有し、かつその炉室内には上下からそれぞれ上パンチ10及び下パンチ11が挿入される。

上下のパンチ10及び11の間には、焼結成形用のパンチ14及びダイ15がセットされる。

焼結成形用パンチ14は、上パンチ10の下面に取り付けられたパンチホルダ13により支承されている。

又、ダイ15は支台16の上に載置されており、支台16は下パンチ11の上面に取り付けられたダイホ

ルド17及び複数のボール18、18を介して支承されている。

尚、図には省略したが、装置の要部には、温度計及び力計が装着されており、それらの出力は後述する制御装置に入力せしめられるように構成されている。

焼結作業中は、真空容器4の内部は真空ポンプ21により排気され、真空状態に保たれる。これは焼結体内のガス抜きと、焼結炉12の外面の断熱のために行うものである。

放電焼結を行う際には、先ず真空容器4を引き下げると共に、上パンチ10及び下パンチ11を押し上げて、焼結成形用パンチ14及びダイ15を蓋5の上に押し出し、ダイ15の内部に所定量の材料を装填する。

次いで、下パンチ11及び上パンチ10を下げ、焼結成形用パンチ14及びダイ15を焼結炉12内に引き入れ、真空容器4を気密に閉鎖し、真空ポンプ21を作動させて焼結炉12内を真空状態とし、必要に応じて上パンチ10及び下パンチ11内に設けたガス

供給路10a及び11aから適宜の雰囲気ガスを供給する。

然る後、上パンチ10及び下パンチ11を作動させ、材料を少なくとも5 T/cm²、望ましくは10乃至15 T/cm²、場合によっては、20乃至30 T/cm²の圧力で圧縮し、高密度の圧縮成形体とし、然る後、上下のパンチ10、11に例えば第3図に示すような電源からパルス電流を供給する。

ここで加圧力を5 T/cm²以上としたのは、それ以下では材料の緻密化と抵抗の減少が不十分となり、装置内で集中的な通電が出来ず、又小電流で完全な焼結が不可能となるためである。

一方、加圧力の上限を、望ましくは10乃至15 T/cm²としたのは、主として型の経済性によるものである。従って、十分強力な型が安価に供給される場合には、加圧力を20乃至30 T/cm²とすることが出来る。

第3図中、22は商用電源に接続される受電端子、23は整流回路、24は電流制御回路、25は焼結炉12の内部やダイ15に取り付けられる温度検出器、26

は力検出器、27及び28はA/D変換器、29はCPU、30はパルス幅変調回路、31はスイッチング回路、32は上パンチ10に接続される給電端子、33は下パンチ11に接続される給電端子、34は装置の各部に設けられるアクチュエータ、モータ等の作動制御装置である。

CPU 29には、予め制御プログラムがロードされており、そのプログラムに従って給電パルスのピーク値とパルス幅が制御されるよう構成されている。尚、本実施例に於いては、最も望ましいものとして給電パルスのピーク値とパルス幅を制御するよう説明するが、ピーク値の制御は必須のものでなく、ピーク値は一定の望ましい値に設定しておいて、パルス幅のみを制御するよう構成してもよいこと勿論である。

ダイ15内の焼結体19の温度は、温度検出器25により推定される。温度検出器25の出力はA/D変換器27によりデジタル信号に変換され、CPU 29に送られる。

又、上下のパンチ10及び11にかかる力は、力検

出器26により検出される。力検出器26の出力はA/D変換器28によりデジタル信号に変換され、CPU29に送られる。

CPU29は、予め与えられたプログラムに従って電流制御回路24及びパルス幅変調回路30を制御し、焼結体19の温度を所定の昇温曲線に合わせて制御すると共に、制御装置32を介して、焼結作業中はヘッド8内に設けた上パンチ昇降用モータ及びベッド1内に設けた下パンチ昇降用モータの作動を制御し、焼結体に加えられる圧力を制御し、かつ、材料の装填及び焼結体の取り出しを実行するときは、カラム2及び3の内部に設けられた図示されていない真空容器支持アーム駆動用モータ、蓋開閉アーム駆動用モータ、ヘッド昇降用アーム駆動用モータ等の作動を制御するものである。

本発明に於いて、電流をパルス状に供給する理由は、PWMにより正確に温度が制御できることもあるが、特に本発明方法による場合、直流によるよりも焼結体内に均一に通電ができ、偏析が生じないので、均質な焼結体を得られることが判明

したためである。

直流通電または交流通電では、一旦焼結体内に通電路が形成されるとその後はその通電路に沿って電流が持続して流れる傾向があり、他の部分に対する通電が不十分となることが多く、特に本発明方法に於いてはその弊害が大きい。

然しながら、パルス通電方式によれば、各パルス毎に通電点に適宜に移動するので、全体的に均質な通電が可能となり、そのため均質で緻密な焼結体を得られるものである。

本発明方法によるときは、焼結体材料の抵抗が始めから小さいから、電流は主として焼結体材料を流れるが、焼結炉12、ダイ15等は、例えばグラファイト等の導電性物質で製造されるので、電流は焼結体19のみならず、焼結炉12及びダイ15をも通って流れる。これらの電流により焼結炉12及びダイ15は高温度に加熱されるが、この熱は予め計算されており、かつ結局焼結体19に吸収されるので、焼結時間の短縮に役立つ。

パルス電流の周期は300Hz乃至30KHzとするこ

とができるが、電源価格の観点から低周波電源が推奨される。

電流は350A/cm²程度で十分であり、焼結温度は概ね800~1000℃程度でよい。

又、本発明によれば必要な場合1~3分程度で焼結体を3000℃程度に昇温できるので、経済的能率は極めて高い。

〔発明の効果〕

本発明は上記の如く構成されるから、本発明によるときは、従来公知の焼結方法に依る場合に較べて、より緻密で均質な焼結体を得ることができる。

又、本発明方法では、通電焼結による収縮率が小さいから、本発明方法は型焼結に適しており、本発明によるときは、従来品よりは寸法精度が高く、密度誤差が少ない良質の焼結体を得られるものである。

又、本発明によれば、焼結温度が低くて済むので、通電電流が小さくて済み、このため電源回路が比較的小容量で足りる。

又、本発明方法によれば、磁石材、超硬合金、アマルファス合金その他の従来公知の全ての粉末材料の焼結が可能であるばかりでなく、低温で焼結が可能なので、従来焼結不可能であった材料の焼結も可能となるものである。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明にかかる放電焼結装置の一実施例を示す正面略図、第2図は第1図に示した装置の主要部の構造を示す断面図、第3図は電源回路の構成を示す説明図である。

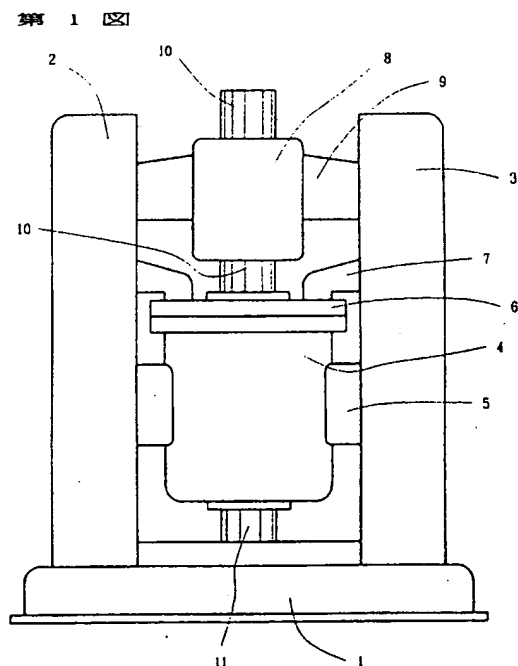
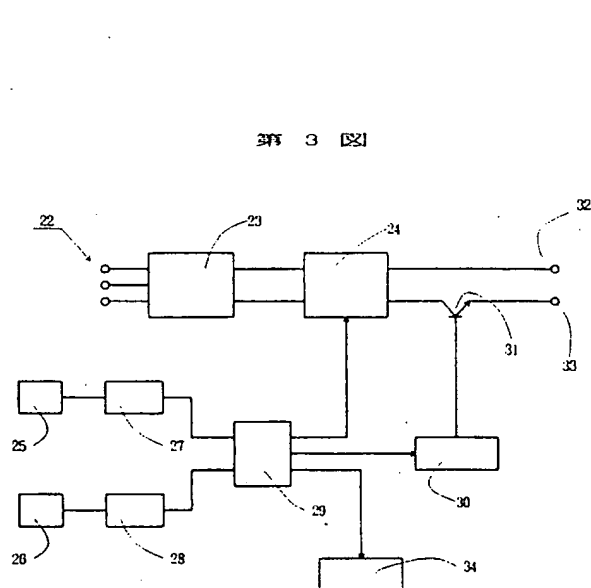
- 1 ベッド
- 2、3 カラム
- 4 真空容器
- 5 蓋
- 6 真空容器支持アーム
- 7 蓋開閉アーム
- 8 ヘッド
- 9 ヘッド昇降用アーム
- 10 上パンチ
- 11 下パンチ

- 12.....焼結炉
- 13.....パンチホルダ
- 14.....焼結成形用パンチ
- 15.....ダイ
- 16.....支台
- 17.....ダイホルダ
- 18.....ボール
- 19.....材料又は焼結体
- 20.....排気管
- 21.....真空ポンプ
- 22.....商用電源接続端子
- 23.....整流回路
- 24.....電流制御回路
- 25.....温度検出器
- 26.....力検出器
- 27、28.....A / D変換器
- 29.....C P U
- 30.....パルス幅変調回路
- 31.....スイッチング回路
- 32、33.....給電端子

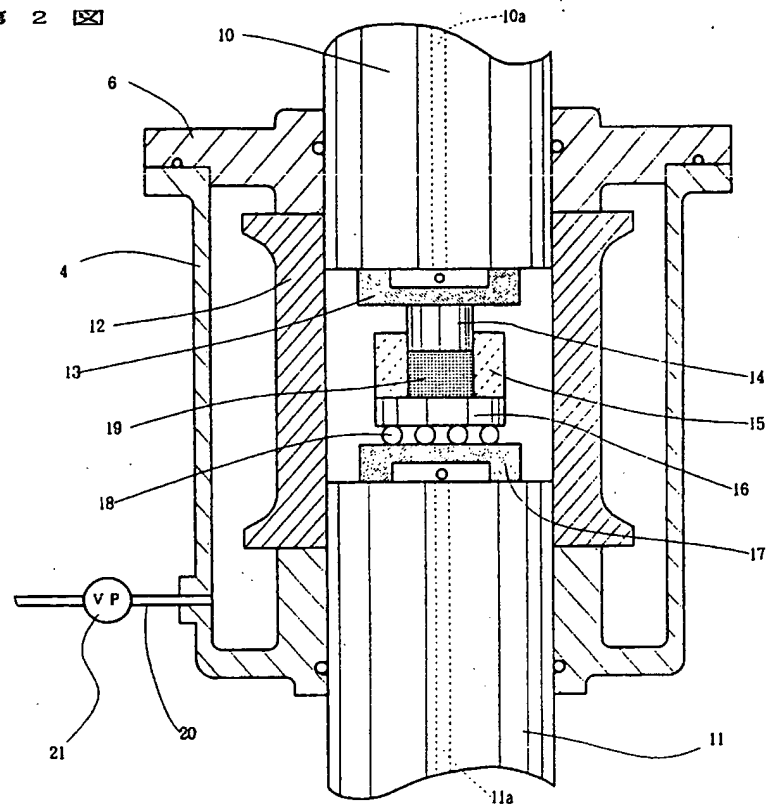
34.....モータ制御回路

特許出願人 住友炭鉱業株式会社

代理人 [7524] 最上正太郎



第 2 図



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.